

⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Gebrauchsmuster  
⑩ DE 297 02 816 U 1

⑳ Aktenzeichen: 297 02 816.2  
㉔ Anmeldetag: 18. 2. 97  
④⑦ Eintragungstag: 10. 4. 97  
④③ Bekanntmachung  
im Patentblatt: 22. 5. 97

⑤① Int. Cl. 6:  
**A 61 J 1/05**  
C 03 C 17/22  
B 65 D 23/02  
B 65 D 1/02  
A 61 L 2/26

DE 297 02 816 U 1

⑦③ Inhaber:  
Schott Glaswerke, 55122 Mainz, DE

⑤④ Sterilisierbarer Glasbehälter für medizinische Zwecke, insbesondere zur Aufbewahrung pharmazeutischer  
oder diagnostischer Produkte

DE 297 02 816 U 1

20.02.97

G 1108

18.02.1997

## **Sterilisierbarer Glasbehälter für medizinische Zwecke, insbesondere zur Aufbewahrung pharmazeutischer oder diagnostischer Produkte**

Die Erfindung betrifft sterilisierbare Glasbehälter für medizinische Zwecke, insbesondere zur Aufbewahrung pharmazeutischer oder diagnostischer Produkte, insbesondere Lösungen. Solche Behälter sind dazu bestimmt, in direkten Kontakt mit dem Inhalt zu kommen. Es kommen die verschiedensten Arten von Glasbehältern zur Anwendung, beispielsweise Fläschchen (detailliert beschrieben z. B. in der ISO-Norm 8362, Teil 1), Ampullen (detailliert beschrieben z. B. in der ISO-Norm 9187, Teil 1), Spritzenkörper (detailliert beschrieben z. B. in der ISO-Norm 11040, Teil 4), Glaszylinder (detailliert beschrieben z. B. in der ISO-Norm 13926, Teil 1) sowie Flaschen (detailliert beschrieben z. B. in der ISO-Norm 8356, Teil 1). Die Füllvolumina schwanken bei diesen Behältern zwischen 0,5 und 2000 ml.

Für diese Zwecke, beispielsweise für die Verpackung von Injektionslösungen, sind Gläser mit großer hydrolytischer Resistenz (laut den Pharmakopöen, z.B. Deutsches Arzneibuch DAB 10, Gläser der Glasart I oder II) erforderlich. Glasbehälter, die diese Anforderungen erfüllen, sind aus dem deutschen Gebrauchsmuster DE 296 09 958.9 bekannt, das Glasbehälter beschreibt, deren mit den Lösungen in Kontakt stehenden Oberflächen mit einer mittels eines Plasma-CVD-Verfahrens aufgetragenen Schicht aus Oxiden und/oder Nitriden der Elemente Si, Ti, Ta, Al überzogen sind.

Für die überwiegende Zahl der medizinischen und pharmazeutischen Verwendungen ist es notwendig, daß die leeren Behältnisse vor ihrem Befüllen sterilisiert werden. Geeignete Methoden zur Sterilisierung von Glasbehältnissen stellen derzeit nur apparativ aufwendige chemische Verfahren wie die Begasung mit Ethylenoxid, das Autoklavieren mit überhitztem Wasserdampf oder eine Hitzesterilisation bei Temperaturen von etwa 250 bis 300 °C dar. Hier besteht ein großer Verbesserungsbedarf.

Eine weitere Methode, die Sterilisierung mittels energiereicher Strahlung (z. B.  $\beta$ -Strahlung,  $\gamma$ -Strahlung, starke UV-Strahlung), ist hier nicht anwendbar, da die bisher verwendeten Gläser, beispielsweise herkömmliche Borosilicatgläser oder auch Kalk-Natron-Gläser sich nach Sterilisation durch energiereiche Strahlung in Abhängigkeit von der Strahlen-Dosis inhomogen gelb bis braun, oft fleckig, verfärben. Die Färbung ist in Abhängigkeit von der Zeit, der Temperatur und dem Lichteinfluß veränderlich. Eine solche häufig uneinheitliche Verfärbung bzw. die Veränderlichkeit der

..I

Verfärbung ist für pharmazeutische Anwendungen nicht akzeptabel, da eine sichere optische Inspektion des Inhalts nahezu unmöglich wird.

So läßt sich z. B. ein pulverförmiger Inhalt eines inhomogen (fleckig) verfärbten Behälters nicht sicher auf Fremdpartikel kontrollieren. Da solche Kontrollen heutzutage überwiegend mit vollautomatischen Systemen durchgeführt werden, führt jede sichtbare Abweichung von einer festgelegten Norm (einem farblosen oder homogen gefärbten Behälter) zum Aussortieren des betroffenen Behältnisses und evtl. sogar zum Stillstand einer ganzen Produktionslinie.

Die Verwendung energiereicher Strahlung für die Sterilisation kann vorteilhaft auch bei bereits gefüllten Behältnissen eingesetzt werden. Auch hier ist eine Verfärbung des Behälters nicht akzeptabel, da dies die Kontrollierbarkeit durch den Arzneimittelhersteller, den Apotheker und den Anwender gravierend einschränken würde. Für den Endanwender ist es z. B. wichtig, daß zwei Behältnisse, die das gleich Produkt enthalten, visuell identisch sind, da ansonsten nicht entschieden werden kann, welcher Behälter ggf. ein verdorbenes Produkt enthält.

In der Glaschemie ist es hinlänglich bekannt, durch Zusätze von Stabilisatoren, insbesondere von Ceroxid, die durch energiereiche Strahlen hervorgerufene Braunfärbung zu unterdrücken. Ceroxidhaltige Gläser sind jedoch als Materialien für Behälter zur Aufbewahrung von pharmazeutischen und diagnostischen Lösungen bisher nicht akzeptabel, da Ce-Ionen während der Lagerung an die Lösung abgegeben werden können und andere Glasbestandteile wie  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  etc. nach der Bestrahlung in höherem Maße als bei unbestrahlten Behältern abgegeben werden. Da die Wechselwirkung des Inhaltsstoffes mit den ausgelaugten Cer-Ionen kritisch sein kann, d. h. die Wirksamkeit des Medikamentes gravierend beeinflusst werden kann, müßte in jedem Einzelfall die Beeinträchtigung des Inhalts durch Ce-Ionen bei unterschiedlichen Lagerbedingungen und Zeiten untersucht werden. Dies bedeutete einen immensen Prüfaufwand.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, einen Glasbehälter zur Aufbewahrung pharmazeutischer oder diagnostischer Lösungen zu finden, der durch energiereiche Strahlung sterilisierbar ist, ohne daß eine sichtbare Verfärbung eintritt, und der sich gegenüber den Lösungen in hohem Maße inert verhält.

Die Aufgabe wird durch den im Hauptanspruch beschriebenen Glasbehälter gelöst.

Das Glas, aus dem der Behälter besteht, enthält einen Stabilisator gegen energiereiche Strahlung, d.h. einen Stabilisator, der eine durch die Strahlung hervorgerufene Verfärbung im Glas verhindert. Solche Stabilisatoren sind beispielsweise Oxide von Lanthaniden, die mehrere Wertigkeitsstufen annehmen können, insbesondere Ceroxid.

..I

20.02.97

G 1108

18.02.1997

Es können die für pharmazeutische Anwendungen üblichen Gläser eingesetzt werden. Vorzugsweise wird man solche Gläser verwenden, die bereits an sich eine große hydrolytische Resistenz aufweisen, also insbesondere die sogenannten Neutralgläser (Borosilicatgläser) (DAB 10, Glastyp I). Es können aber auch Kalk-Natrongläser verwendet werden, die unbeschichtet dem Glastyp III (DAB 10) entsprechen.

Die Erfindung betrifft nicht nur farblose, sondern auch farbige Behältnisse, da auch bei den für lichtempfindliche Substanzen eingesetzten Braungläsern eine zusätzliche und ungleichmäßige Verfärbung durch energiereiche Strahlung unerwünscht ist.

Bevorzugter Stabilisator ist Ceroxid, das vorzugsweise mit einem Gehalt von 0,3 bis 1,5 Gew.-% im verwendeten Glas vorliegt. Die genannte Mindestmenge gewährleistet eine ausreichende Wirkung. Ein höherer Gehalt als 1,5 Gew.-% ist aufgrund der sich dann störend bemerkbar machenden Eigenfarbe des Ceroxids meist nicht sinnvoll, aufgrund der Wirksamkeit des Ceroxids aber auch nicht nötig. Bevorzugt ist ein Gehalt zwischen 0,5 und 1,5 Gew.-%.

Der Glasbehälter ist auf seiner Innenseite, also auf seiner mit der Lösung in Kontakt stehenden Oberfläche, mit einer Schicht aus Oxiden und/oder Nitriden der Elemente Si, Ti, Ta, Al oder Mischungen davon überzogen.

Vorzugsweise ist die Schicht mittels eines Plasma-CVD-Verfahrens (PCVD-Verfahren) erzeugt worden, insbesondere mittels des Plasma-Impuls-Verfahrens (PICVD-Verfahren). Bei diesen Verfahren findet eine Schicht-Abscheidung aus der Gasphase (CVD = chemical vapour deposition) statt, wobei die Energie, die zur Spaltung der Precursor-Gase erforderlich ist, durch ein elektrisches Hochfrequenz-Plasma in das System eingebracht wird. Diese Verfahren sind an sich wohlbekannt. Nach diesen Verfahren hergestellte Schichten weisen eine besonders hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Auslaugung durch die Lösung und gegen energiereiche Strahlung auf.

Besonders geeignet sind oxidische Schichten, insbesondere solche aus  $\text{SiO}_2$  und/oder  $\text{TiO}_2$ , wobei  $\text{SiO}_2$  bevorzugt wird.

Die Schicht muß eine Dicke von weniger als 400 nm aufweisen, da sie, nicht ceroxidhaltig, durch die energiereiche Strahlung verfärbt werden kann, mit dieser Dünne - geringer als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes - aber mit dem bloßen Auge nicht wahrnehmbar ist. Bevorzugt sind Schichtdicken zwischen 10 und 200 nm. Es können auch mehrere Schichten unterschiedlicher Zusammensetzung als Schichtenpaket abgeschieden werden, wobei dann das Schichtenpaket die o.a. Schichtdicke besitzen soll.

.. /

2002-91

G 1108

18.02.1997

Eine solche Schicht besitzt eine hervorragende Sperrwirkung gegen die Auslaugung von Ionen aus dem Glas durch die Lösung, insbesondere auch und für die Erfindung wesentlich gegen die Auslaugung von Cer-Ionen.

Bevorzugt kommen folgende Glasbehälter zur Anwendung: Injektionsfläschchen, Spritzenkörper, Glaszylinder oder Injektionsflaschen.

Die besonderen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Glasbehälters werden an folgenden Beispielen beschichteter Glasfläschchen gezeigt:

Es wurden Fläschchen gemäß ISO 8362, Teil I mit einer Flaschengröße von 6R verwendet.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die untersuchten Glaszusammensetzungen. Die Gläser 1 - 6 sind Kalk-Natron-Gläser; die Gläser 7 - 14 sind Borosilikatgläser. Die Gläser 1 und 7 enthalten keinen Stabilisator gegen energiereiche Strahlung und dienen als Vergleichsbeispiele.

**Tabelle 1:**

Verwendete Glaszusammensetzungen \*) (Gehalt in Gew.-%):

Glas	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	BaO	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	69	1,0	4	12,5	3,5	2,5	5	2	0
2	68,7	1,0	4	12,5	3,5	2,5	5	2	0,3
3	68,5	1,0	4	12,5	3,5	2,5	5	2	0,5
4	68,2	1,0	4	12,5	3,5	2,5	5	2	0,8
5	68	1,0	4	12,5	3,5	2,5	5	2	1,0
6	67,5	1,0	4	12,5	3,5	2,5	5	2	1,5
7	75	11	5	7			1,5	0,5	0
8	74,2	11	5	7			1,5	0,5	0,8
9	79,5	13	2,5	3,5	0,5				0,5
10	70,5	8	5,5	7	1,5		1	2	0,3
11	70	8	5,5	7	1,5		0,5	2	0,8
12	72	11	7	7	1		1		0,8
13	72,5	10	6	6	3		0,5		0,8
14	73,5	10	6	8	1				0,8

\*) Rest zu 100 % andere Elemente (bei Nr. 10 und 11 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und TiO<sub>2</sub> zusammen 3,5 %).

20.03.97

G 1108

18.02.1997

Glasfläschchen mit den aufgelisteten Zusammensetzungen, die auf ihrer Innenseite eine nach dem PICVD-Verfahren aufgebrachte 100 nm - 150 nm dicke  $\text{SiO}_2$ -Schicht besitzen, wurden mit unterschiedlichen Energiedosen bestrahlt und hinsichtlich farblicher Veränderungen untersucht. Dies geschah durch visuelle Inspektion im Durchlicht; die Prüfung der Farbänderung erfolgte ca. 3 Wochen nach Bestrahlung.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt:

Sie zeigen, daß die beschichteten und bestrahlten Behältnisse sich bei Konzentrationen von 0,3 Gew.-% und mehr Ceroxid im Glas nicht sichtbar verfärben bzw. äußerst schwach verfärben, so daß die o.g. Kontrollen nicht beeinträchtigt werden. Die Transmissionswerte der beschichteten und bestrahlten Fläschchen unterscheiden sich nur geringfügig von den beschichteten und unbestrahlten Fläschchen.

**Tabelle 2:**

Farbliche Veränderung von beschichteten Glasfläschchen abhängig von der Glaszusammensetzung (s. Tabelle 1) und der Bestrahlungsdosis

Glas-Nr.	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ce-Oxid-Gehalt [Gew.-%]	0	0,3	0,5	0,8	0,8	1	1,5	0	0,8	0,5	0,3	0,8	0,8	0,8	0,8
Bestrahlungsdosis [kGy]	25	25	25	25	35	35	35	25	25-35	25	35	35	35	35	25
Farbe vor Bestrahlung	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	braun	braun	farblos	farblos	farblos
Farbänderung nach Bestrahlung	ja stark	ja schwach	nein	nein	schwach	nein	nein	ja stark	nein	nein	ja schwach	nein	nein	nein	nein

20.02.97

G 1108

18.02.1997

Sowohl unbeschichtete als auch beschichtete Glasfläschchen ausgewählter Zusammensetzungen gemäß Tabelle 1 wurden mit verschiedenen Energiedosen bestrahlt. Dann wurden sie mit zweifach destilliertem Wasser gefüllt und anschließend 60 min bei 121 °C autoklaviert. Anschließend wurde die Menge an freigesetzten Silicium- und Ce-Ionen in µg/ml bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die Bestimmung der Ionenkonzentrationen erfolgte mittels Atomabsorptionsspektroskopie. Die angegebenen Meßwerte sind Mittelwerte von jeweils 5 - 7 Einzelbestimmungen. Alle Konzentrationen sind auf die jeweiligen Oxide umgerechnet und sind in µg/ml (ppm) angegeben.

Die in Tabelle 3 angegebenen Ergebnisse zeigen, daß die Beschichtung eine sehr gute Sperrwirkung gegen die Auslaugung der genannten Ionen aufweist und daß diese Wirkung auch durch die Bestrahlung nicht beeinträchtigt wird, während bei unbeschichteten Behältern die sowieso schon starke Auslaugung von Cer-Ionen und Si-Ionen durch die Bestrahlung noch weiter erhöht wird.

.. /



20.02.97

G 1108

18.02.1997

**Tabelle 3**

Eluatkonzentrationen bei beschichteten und unbeschichteten, bestrahlten und unbestrahlten Gläsern ausgewählter Zusammensetzungen (s. Tabelle 1)

Glas-Nr.	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - Gehalt [Gew.-%]	Beschichtung 100 - 150 nm SiO <sub>2</sub> mit PICVD	Bestrahlungs- dosis [kGy]	Eluatkonzentrationen [µg/ml]	
				SiO <sub>2</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	0	ja	0	< 0,3	-
1	0	ja	25	< 0,3	-
1	0	nein	0	9,4	-
1	0	nein	25	10,8	-
4	0,8	ja	0	< 0,3	< 0,05
4	0,8	ja	35	< 0,3	< 0,05
4	0,8	nein	0	9,6	2,6
4	0,8	nein	35	11,8	3,0
7	0	ja	0	< 0,3	-
7	0	ja	25	< 0,3	-
7	0	nein	0	4,6	-
7	0	nein	25	5,8	-
8	0,8	ja	0	< 0,3	< 0,05
8	0,8	ja	35	< 0,3	< 0,05
8	0,8	nein	0	4,4	2,1
8	0,8	nein	35	5,6	2,4
12	0,8	ja	0	< 0,3	< 0,05
12	0,8	ja	35	< 0,3	< 0,05
12	0,8	nein	0	6,1	2,9
12	0,8	nein	35	7,6	3,1
13	0,8	ja	0	< 0,3	< 0,05
13	0,8	ja	35	< 0,3	< 0,05
13	0,8	nein	0	3,7	1,8
13	0,8	nein	35	5,0	2,3
14	0,8	ja	0	< 0,3	< 0,05
14	0,8	ja	0,25	< 0,3	< 0,05
14	0,8	nein	0	5,1	2,5
14	0,8	nein	0,25	5,2	3,4

Die Nachweisgrenzen waren: SiO<sub>2</sub>: 0,3 µg/ml  
 Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0,05 µg/ml  
 -: nicht untersucht

.. /

20.02.97

G 1108

18.02.1997

Die beschichteten Behältnisse aus den Kalk-Natron-Gläsern 2 - 6 entsprechen somit den Spezifikationen für Glasbehälter des Typs II gemäß Deutschem Arzneibuch (DAB 10).

Auch in Borosilikatgläsern ist eine Strahlensterilisation ohne Verfärbung oder Farbänderung möglich, ohne daß es zur Auslaugung (Eluierung) von Ce-Ionen nach Autoklavierung kommt. Die beschichteten Behältnisse aus den Gläsern 7 - 14 entsprechen den Spezifikationen für Glasbehälter des Typs I gemäß Deutschem Arzneibuch (DAB 10).

Die Abbildung zeigt in Figur 1 beispielhaft ein 10-ml-Injektionsfläschchen. Das Fläschchen besteht aus dem ceroxidhaltigen Glaskörper 1 und der innenseitigen  $\text{SiO}_2$ -Schicht 2. Die Dicke der  $\text{SiO}_2$ -Schicht ist nicht maßstabgetreu dargestellt.

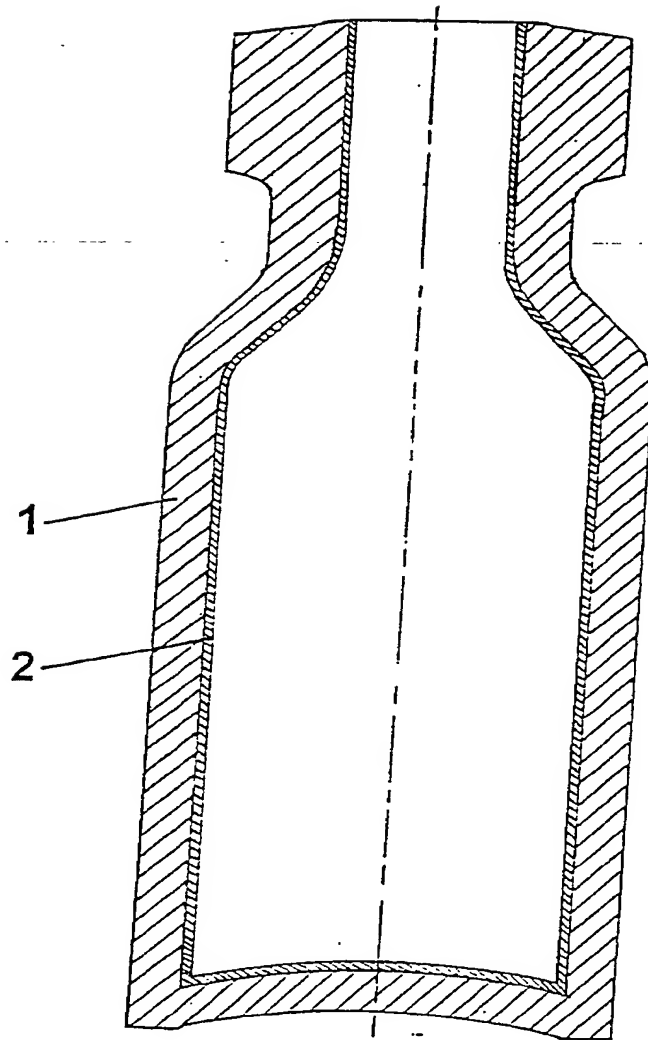
Der erfindungsgemäße Glasbehälter ist mit den üblichen Dosen (25 bis 35 kGy) sterilisierbar, ohne sich sichtbar zu verfärben, und erfüllt bzw. übertrifft die Anforderungen des DAB und der europäischen Pharmakopöe an Behältnisse der Glasart II.

Durch die erfindungsgemäße neuartige Kombination von an sich bekannten Einzelmerkmalen erhält man also auf bestechend einfachem Wege einen strahlensterilisierbaren, keine störende Färbung aufweisenden, hinreichend inertem Glasbehälter, insbesondere für die Aufbewahrung pharmazeutischer oder diagnostischer Produkte.

## SCHUTZANSPRÜCHE

- 1) Sterilisierbarer Glasbehälter für medizinische Zwecke, insbesondere zur Aufbewahrung pharmazeutischer oder diagnostischer Produkte, insbesondere Lösungen, dessen mit der Lösung in Kontakt stehende Oberfläche mit einer Schicht aus Oxiden und/oder Nitriden der Elemente Si, Ti, Ta, Al oder Mischungen davon überzogen ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß er aus einem einen Stabilisator gegen energiereiche Strahlung enthaltenden Glas besteht und daß die Schicht weniger als 400 nm dick ist.
- 2) Glasbehälter nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Stabilisator Ceroxid ist.
- 3) Glasbehälter nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß das Ceroxid mit einem Anteil von 0,3 bis 1,5 Gew.-% im Glas vorhanden ist.
- 4) Glasbehälter nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß besagte Schicht 10 bis 200 nm dick ist.
- 5) Glasbehälter nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Schicht aus  $\text{SiO}_2$  besteht.
- 6) Glasbehälter nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Schicht mittels eines Plasma-CVD-Verfahrens aufgebracht ist.
- 7) Glasbehälter nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Schicht mittels eines Plasma-Impuls-CVD-Verfahrens aufgebracht ist.
- 8) Glasbehälter nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Glasbehälter ein Injektionsfläschchen, ein Spritzenkörper, ein Glaszylinder oder eine Injektionsflasche ist.

20.02.91



**Fig. 1**